

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-125925

(43)Date of publication of application : 05.08.1982

(51)Int.Cl.

G02F 1/35
G02F 1/13
H01S 3/10

(21)Application number : 56-010880

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 29.01.1981

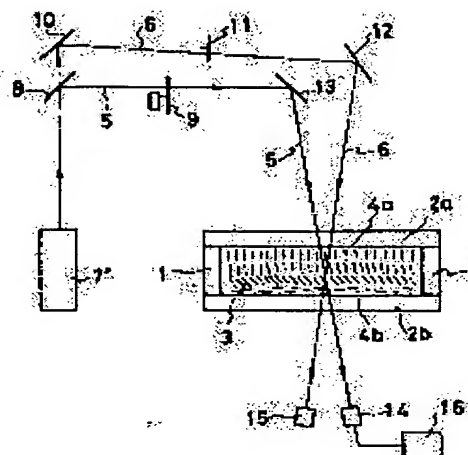
(72)Inventor : KAWACHI MASAO
OMORI YASUJI
EDAHIRO TAKAO

(54) OPTICAL AMPLIFYING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To amplify signal light at a low pumping light level without application of any bias magnetic field or the like and to make a titled element adaptable to an optical information processing field, etc., such as photoswitches by providing the inside wall surfaces of a cell giving distortions of bending to the molecular orientation of the liquid crystal sealed therein.

CONSTITUTION: A spacer 1 is placed between "Pyrex" glass plates 2a and 2b, and a nematic liquid crystal 3 is sealed therebetween. Vertical orientation is applied on the inside surface 4a of the plate 2a and parallel orientation on the inside surface 4b of the plate 2b, and bending distortions are given to the liquid crystal molecules 3. An argon laser (about 3W output) 7' is separated with a beam splitter 8 to weak signal light 5 and strong pumping light 6, and the signal light 5 is made incident to the liquid crystal cell via an optical chopper 9 and a mirror 13, and the pumping light 6 is made incident to the cell via a mirror 10, an attenuator 11 and a mirror 12. A detector 15 detects the light 5, and a detector 14 the light 5. The signal light 5 is synchronously amplified through a lock-in amplifier 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-125925

⑮ Int. Cl.³
G 02 F 1/35
1/13
H 01 S 3/10

識別記号

庁内整理番号
7529-2H
7448-2H
6370-5F

⑯ 公開 昭和57年(1982)8月5日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 光増幅素子

⑰ 特 願 昭56-10880

⑱ 出 願 昭56(1981)1月29日

⑲ 発 明 者 河内正夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字
白根162番地日本電信電話公社
茨城電気通信研究所内

⑳ 発 明 者 大森保治

茨城県那珂郡東海村大字白方字
白根162番地日本電信電話公社
茨城電気通信研究所内

㉑ 発 明 者 枝広隆夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字
白根162番地日本電信電話公社
茨城電気通信研究所内

㉒ 出 願 人 日本電信電話公社

㉓ 代 理 人 弁理士 高山敏夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光増幅素子

2. 特許請求の範囲

封入した液晶の分子配向に曲がりのひずみを与える壁面境界条件を有する液晶セルに、信号光およびポンピング光を入射させ、出射する信号光の強度をポンピング光の作用で増大させることを特徴とする光増幅素子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、低いポンピング光レベルで動作する光増幅素子に関するものである。

光情報処理等の分野に応用することを目的として、種々の光増幅素子が提案されているが、いずれも光増幅を生じさせるに必要なポンピング光レベルが高いという問題点があつた。

最近、液晶物質が大きな非線型光学特性を示すことに注目して低いポンピング光レベルで動作する光増幅素子が提案されている。例えばアイシークホー (I. O. Khoo) とシュールツァング (

Shu-Lu Zhuang) による論文がアプライド フイズクス ロット (Appl. Phys. Lett.) 誌 37 巻 1 号 3 ~ 4 ページに掲載されている。

第1図は、その素子構成の一例を示したものである。スペーサ(1)を介した2枚のガラス板(2a), (2b)の間にネマチック液晶 MBB A (3)が封入されており、2枚のガラス板(2a), (2b)の内表面(4a), (4b)には両方とも垂直配向処理が施しており、液晶分子の長軸はガラス板に垂直に配向している。この液晶セルには、信号光(5)およびポンピング光(6)が入射している。この際、信号光(5)およびポンピング光(6)がネマチック液晶の非線型光学効果を介して結合し、いわゆる四光子過程により信号光(5)が強められる。液晶セルを透過した信号光(5)およびポンピング光(6)の強度を I_s , I_p とすると、 I_s の増分 ΔI_s は、次式で与えられる。

$$\Delta I_s = \alpha I_p^2$$

ここで、 α は液晶セルの構造や、液晶分子配向に依存する定数であり、第1図の液晶セルでは、有効な光増幅を生じさせる、すなわち、 α を大き

くするためには、同時に磁界を(7)の方向に印加し、液晶の分子配向をいわゆるフレデリクス転移近傍の状態に保つ必要があつた。これは第1図における垂直分子配向の状態では分子配向がきわめて安定であり、ポンピング光(6)の光電界によつても液晶(3)の分子配向に全く変化が生ぜず、有効な非線型効果が生じないためであつた。有効な非線型効果を生じさせるためには、あらかじめ液晶分子配向を光電界に対して動き易い、いわば不安定な状態にしておく必要があり、第1図のセルでは磁界を必要としたのである。内壁面(4a)、(4b)に両方とも平行配向処理を施した構造も提案されているが、事情は同様であつた。

このように従来の液晶光増幅素子では、バイアス磁界などを必要とする欠点があり、光情報処理や光ディスプレイ等の分野に応用する際の制約になるという欠点があつた。

本発明は液晶分子配向に曲がりのひずみを与える壁面境界条件を液晶セルに設けておくことにより、無バイアスの状態でも光増幅の機能を可能と

する。一ザ(出力約3W)であり、出力光はビームスプリッター(8)を介して、弱い信号光(5)と強いポンピング光(6)とに分離されている。信号光(5)は光チョップ(9)およびミラー03を経て液晶セルに入射し、ポンピング光(6)はミラー04、減衰器05、ミラー06を経て液晶セルに入射している。04、05はそれぞれ信号光(5)、ポンピング光(6)用の検出器である。検出器04からの信号はロックインアンプ08を通して同期増幅される。減衰器05を調節し、ポンピング光(6)の強度を零から 2 W/cm^2 へと増加したところ信号光(5)の出射強度は 1 mW/cm^2 から 1.5 mW/cm^2 へと増加し、80%の光増幅機能を確認することができた。第2図において信号光(5)およびポンピング光(6)の液晶セルへの照射面は、もちろん一致させてあり、約 0.8 cm^2 の面積を有していた。

上記の実施例において壁面(4a)への垂直配向処理法として大日本インキ株式会社製の商品名処理剤ESP-150を用い、その0.3%の水溶液内に常温でガラス板約2分間浸漬して引きあげ $100\sim 130^\circ\text{C}$ で乾燥する。その他シランカップリング剤などを

することを目的としてなされたものである。

磁界等を印加しない無バイアスの状態でも光増幅を可能にするためには、液晶分子配向にあらかじめ液晶セルの壁面効果により曲がりのひずみを与えておけば良いことに本発明者は着目した。曲がりのひずみを持つた液晶分子配向は不安定であり、ポンピング光の光電界に対しても、すみやかに応答し大きな非線型光学性を示し得る。本発明の特徴は、従来法における磁界の役割を液晶セルの壁面境界条件の工夫で果たそうとするものである。

第2図は、本発明の一実施例であつて、素子の構成と動作実験系を示している。第2図においてバイレックスガラス板(2a)、(2b)はスペーサ(1)を介して間隔約 $70\mu\text{m}$ で対向しており、板間にはネマチック液晶(MBBA)(3)が封入されている。壁面(4a)には垂直配向処理が、壁面(4b)には平行配向処理が施してある。この際ガラス板(2a)、(2b)とスペーサ(1)は接着剤等を用いて気密状態に封入されていることは言うまでもない。(7)はアルゴンレ

を用いることもできる。壁面(4b)への平行配向処理法としては本実施例では810の斜め蒸着法により膜厚 $300\sim 500\text{ \AA}$ のものを用いたが、その他の手段としてラビング法等を用いることも可能である。また液晶としてはMBBAの他に例えば、MBBAとEBBAとの混合液晶等各種の液晶を用いることもでき、また目的に応じて少量のコレステリック液晶を添加することも可能である。

第3図は本発明の他の実施例であり、ここでは液晶セルとしてキャピラリ09が用いられており、キャピラリ09の中空部に液晶(3)が、ガラス板(33a)、(33b)、接着剤04により封入されている。キャピラリ09の内壁面04には垂直配向処理が施してあり、液晶(3)は第3図bの拡大図に示すような曲がりの成分を含んだ分子配向を呈している。キャピラリ09は相似の断面構造を有する肉厚ガラス管を高温に加熱して引き伸ばした後、切断して得たもので外径 1 mm 、内径 $50\mu\text{m}$ である。液晶(3)の屈折率は通常のガラスの屈折率よりも大きいので第3図aの構造は液晶(3)をコア部とする導波構造を形成し

ている。本実施例では光源として、 $0.85\mu\text{m}$ 半導体レーザ（出力 3mW ）を用い、第3図a左端より、チョッピングされた信号光（ 0.1mW ）およびポンピング光（ 2mW ）を入射させたところ右端に出射する信号光の強度はポンピング光強度が零の場合に比較して2倍に増幅された。この時のキャビラリ-の長さは 1cm であつた。

以上、本発明の実施例において、液晶セルに磁界を印加する、あるいはセル内壁面にあらかじめ電極を設けておき電界を印加することにより光増幅率を調節することも可能である。

以上、説明したように、本発明では液晶セルの壁面境界条件の工夫で、液晶分子配向に曲げのひずみを与えておくことにより光電界に対する応答性を高めようとするもので、バイアス磁界等を印加することなく、光増幅作用を行なわせることができる。必要なポンピング光レベルも数 W/cm^2 と低く、半導体レーザ光の出力強度でも十分な光増幅作用を生じさせることができるので、光スイッチ等の光情報処理や光ディスプレイの分野への種

々の応用が期待できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の液晶光増幅素子の断面構造図、第2図は本発明の光増幅素子を用いた装置の一実施例、第3図(a)は本発明の他の実施例、(b)は説明図である。

1…スペーサ、2a, 2b…ガラス板、3…液晶、4a, 4b…膜面、5…信号光、6…ポンピング光、7…磁界印加方向、7'…アルゴンレーザ、8…ビームスプリッター、9…光チョッパ、10…ミラー、11…減衰器、12…ミラー、13…ミラー、14, 16…光検出器、15…ロジックインアンプ、31…キャビラリ、32…キャビラリ内壁面、33a, 33b…ガラス板、34…接着剤

特許出願人

日本電信電話公社

代理人 弁理士 高山 敏 (印) (1名)

図1

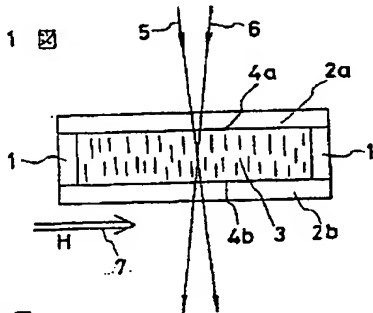


図2

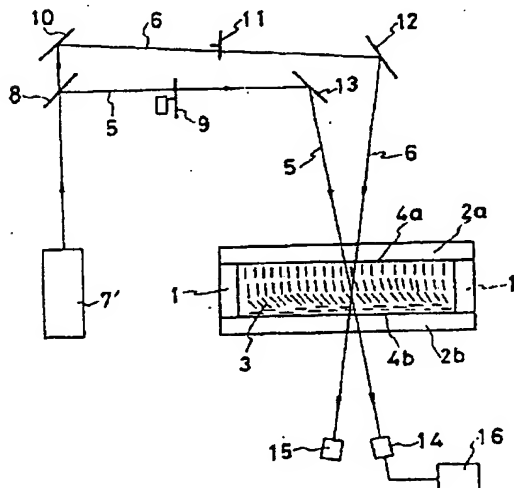


図3

